

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KWANG-SOON KIM, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **Adaptive Transmitting and Receiving
Device and Method in Wireless
Communication System Using
Frequency Division Duplexing**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	2003-0094824	22 December 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 5/17/09

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0094824
Application Number

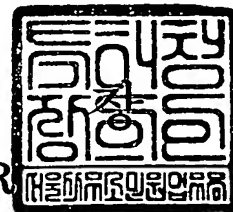
출원 년 월 일 : 2003년 12월 22일
Date of Application DEC 22, 2003

출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Ins



2004 년 02 월 18 일

특 허 청
COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.12.22
【발명의 명칭】	주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치 및 그 방법
【발명의 영문명칭】	APPARATUS FOR ADATIVELY TRANSMITTING AND RECEIVING IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM USING FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	이원일
【포괄위임등록번호】	2001-038431-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김광순
【성명의 영문표기】	KIM, KWANG SOON
【주민등록번호】	720920-1017317
【우편번호】	305-721
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 109동 1203호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김윤희
【성명의 영문표기】	KIM, YUN HEE
【주민등록번호】	740129-2446713
【우편번호】	302-749
【주소】	대전광역시 서구 월평3동 다모아아파트 110동 807호
【국적】	KR

【발명자】

【성명의 국문표기】

안재영

【성명의 영문표기】

ANH, JAE YOUNG

【주민등록번호】

610224-1558114

【우편번호】

305-761

【주소】

대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 105동 806호

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
유미특허법인 (인)

【수수료】

【기본출원료】

20 면 29,000 원

【가산출원료】

21 면 21,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

16 항 621,000 원

【합계】

671,000 원

【감면사유】

정부출연연구기관

【감면후 수수료】

335,500 원

【기술이전】

【기술양도】

희망

【실시권 허여】

희망

【기술지도】

희망

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 이 적응 송수신 장치에서 송신 장치는 프리앰블 또는 파일럿을 송신 장치로 송신하고, 수신 장치는 송신 장치로부터 송신된 프리앰블 또는 파일럿으로부터 수신신호대 잡음비를 추정하여 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)를 결정하여 송신 장치로 궤환한다. 송신 장치는 수신 장치로부터 궤환되는 수신 로그 우도비 매개변수에 따라 적응적으로 안테나 방식, 변조 방식 및 이에 필요한 송신 전력을 결정하고, 결정된 안테나 방식, 변조 방식 및 이에 필요한 송신 전력에 따라 트래픽 데이터를 수신 장치로 적응 송신한다. 본 발명에 따르면, 수신 우도비 분포를 결정짓는 정보만을 궤환시켜 적은 정보량만으로 하나 이상의 송신 안테나와 하나 이상의 수신 안테나를 사용하는 환경에서 적응 송신을 효율적으로 수행할 수 있다.

【대표도】

도 6

【색인어】

적응 송수신 장치, 주파수 분할 다중화, 수신 로그 우도비, 신호대 잡음비, 다이버시티, 공간 다중화

【명세서】

【발명의 명칭】

주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치 및 그 방법
{APPARATUS FOR ADATIVELY TRANSMITTING AND RECEIVING IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM USING
FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 주파수 분할 다중접속을 사용하는 무선통신 시스템에서의 종래의 적응 송수신 장치의 개략도이다.

도 2는 다중 반송파를 사용하는 무선통신 시스템에서의 반송파별 채널 특성의 한 예와 제한 정보의 양을 줄이기 위해 사용된 종래의 적응 송수신 방법을 개략적으로 도시한 도면이다

도 3은 일반적인 다중 반송파를 사용하는 무선통신 시스템에서의 수신 로그 우도비의 분포의 일례를 나타낸 도면으로, 정규화된 표준편차 값이 (a)는 0.28, (b)는 0.48, (c)는 0.77, (d)는 0.82인 경우를 나타낸다.

도 4는 그레이 인코딩 방식에 따른 4-QAM과 16-QAM을 사용하는 경우의 성상도와, 송신기와 수신기에 하나 이상의 안테나를 사용하고, 여러 수신기에 반송파와 시간으로 잘 분산되어 있는 부채널을 할당하는 것의 일례를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 4-QAM, 16-QAM, 4-QAM 공간 다중화를 사용할 때, 각각의 수신 로그 우도비의 분포에 따라 평균값이 일정하도록 보상하는 경우 8단계로 양자화된 정규화된 표준편차 값에 따른 성능을 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치의 블록도이다.

도 7은 도 6에 도시된 적응 송신 장치에서의 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정기의 블록도이다.

도 8은 도 6에 도시된 적응 수신 장치에서의 다이버시티 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기의 블록도이다.

도 9는 도 6에 도시된 적응 수신 장치에서의 공간 다중화 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기의 블록도이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 방법의 흐름도이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<11> 본 발명은 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 기법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 적은 정보량만을 궤환(feedback)시켜 하나 이상의 송신 안테나와 하나 이상의 수신 안테나를 사용하는 환경에서 적응 송신을 효율적으로 수행하는 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

<12> 종래의 주파수 분할 다중 접속을 사용하는 무선통신 시스템에서는 첨부한 도 1에 도시된 바와 같이, 송신기(100)의 부호화 및 변조기(180)에서 무선 채널(120)

을 통하여 수신기(110)로 파일럿이나 프리앰블(130)을 전송하고, 수신기(110)에서는 복조 및 복호기(140)를 이용하여 이를 복조하고, 신호대 잡음비 측정기(150)를 통하여 (반송파별) 신호대 잡음비(160)를 측정한 후, 이 정보를 송신기(100)로 반환시킨다. 송신기(100)에서는 변조 및 부호화 방식 결정기(170)를 통하여 수신기(110)에서 반환받은 신호대 잡음비(160)를 바탕으로 변조 방식, 부호화 방식, 전력 할당을 적응적으로 적용하여 부호화 및 변조기(180)에서 트래픽 데이터(190)를 적응 송신하도록 함으로써 무선통신 시스템의 성능을 높이고 용량을 증대시켰다.

<13> 하지만, 단일 반송파 시스템과는 달리 다중 반송파 시스템의 경우, 주파수 선택 페이딩 채널에서는 각 반송파마다 채널이 다르므로, 채널이 아주 느리게 변하는 경우를 제외하면 종래의 방법을 그대로 적용시키기에는 반환 정보의 양이 너무 커서 실제 시스템에 적용하기가 곤란하다. 특히, 주파수 분할 다중화를 사용하는 셀룰러 시스템의 경우에는 이동 속도가 빠르고 반송파의 수가 많기 때문에 반환 정보의 양이 매우 커지게 되고, 따라서 종래의 방법은 사용하기가 불가능하다.

<14> 따라서, 첨부한 도 2에 도시된 바와 같이, 반환 정보의 양을 줄이기 위하여 인접한 반송파를 일정 수를 묶어 반송파 그룹(200)으로 사용하고, 그 안에서 실제 신호대 잡음비(210)로부터 반송파 그룹의 평균 신호대 잡음비(220) 또는 최저 신호대 잡음비(230)를 구하여 이를 반환시키는 방법이 제안되었다(T. Keller and L. Hanzo, Adaptive Modulation Techniques for Duplex OFDM Transmission, *IEEE Trans. Vehicular Technology*, vol. 49, no. 5, Sep., 2000, R. Grnheid, E. Bolin, and H. Rohling, A blockwise loading algorithm for the adaptive modulation technique in OFDM systems, *VTC 2001 Fall. IEEE VTS 54th*, Vol. 2, pp. 948-951, 2001 Page(s): 948 -951 2001 참조).

<15> 그러나, 이 경우 반송파 그룹안의 반송파 수만큼 궤환 정보를 줄일 수 있으나, 주파수 선택 페이딩 채널에서 반송파 그룹안의 반송파 수를 늘리면, 한 그룹 안에서 채널이 변하기 때문에 성능이 떨어지고, 반송파 그룹안의 반송파 수를 줄이면 궤환 정보의 양이 여전히 크기 때문에 빠른 이동속도를 지원하는 시스템에서는 실제로 사용할 수 없게 된다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<16> 따라서, 상기한 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은, 수신 성능을 결정하는 수신 유도비 분포를 결정짓는 정보만을 궤환 정보로 사용함으로써 매우 적은 양의 궤환 정보로 효율적인 적응 송신이 가능하게 되어 무선통신 시스템의 성능이 향상되고 용량이 증대될 수 있는 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

<17> 본 발명의 다른 목적은, 송수신 다이버시티를 사용하는 경우에는 송수신 안테나 개수에 상관없이 일정한 궤환 정보만을 사용하여 적응 송신을 수행하고, 공간 다중화(spatial multiplexing)를 같이 사용하는 경우에는 약간의 부가 정보만으로, 하나의 송신 안테나를 사용하는 방법, 여러 개의 송신 안테나를 사용하여 송신 다이버시티를 사용하는 방법, 공간 다중화 방식을 사용하는 방법을 적응적으로 사용할 수 있도록 하는 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치 및 그 방법을 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<18> 상기 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징에 따른 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치는,

- <19> 수신 장치에서 궤환되는 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)에 따라 안테나 방식, 변조 방식 및 이에 필요한 송신 전력을 결정하는 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부; 및 상기 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부에서 결정된 안테나 방식, 변조 방식 및 이에 필요한 송신 전력에 따라 트래픽 데이터를 상기 수신기로 적응 송신하는 부호화 및 변조부를 포함한다.
- <20> 여기서, 상기 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부는, 변조부호화 방식별로 전력 보상값이 미리 설정되어 있는 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블; 상기 수신 장치로부터 궤환된 상기 수신 로그 우도비 매개변수에 대응되는 전력 보상값이 설정되어 있는 정규화된 표준편차값에 따른 송신 전력 증가 테이블; 상기 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블(511)에서 출력되는 전력 보상값과 상기 정규화된 표준편차값에 따른 송신 전력 증가 테이블에서 출력되는 전력 보상값을 사용하여 해당 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대한 전력 보상값을 결정하는 송신전력 결정기; 및 상기 송신전력 결정기에서 결정된 전력 보상값에 대응되는 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식을 결정하여 상기 부호화 및 변조부로 출력하는 안테나/변조/부호화 방식 결정기를 포함한다.
- <21> 여기서, 상기 수신 로그 우도비 매개변수는 상기 수신 장치에서 산출된 수신신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값을 포함한다.
- <22> 또한, 상기 수신 로그 우도비 매개변수는, 다이버시티 송신을 사용하는 경우에는 상기 수신 장치에서 산출된 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값이고, 공간 다중화 송신을 사용하는 경우에는 상기 수신 장치에서 산출된 공간채널 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값이며, 다이버시티 송신과 공간 다중화 송신을 모두 사용하는 경우에는 상기

수신 장치에서 산출된 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값, 그리고 공간채널 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값인 것을 특징으로 한다.

<23> 본 발명의 다른 특징에 따른 무선통신 시스템에서의 적응 수신 장치는,

<24> 송신 장치에서 송신된 신호를 수신하여 복조하고 복호화하는 복조 및 복호화부; 상기 복조 및 복호화부에서 출력되는 신호 중 프리앰블 또는 파일럿을 통해 한 부호 블록 내의 채널 이득 또는 신호대 잡음비를 추정하는 신호대 잡음비 측정부; 및 상기 신호대 잡음비 측정기에 서 추정된 채널 이득 또는 신호대 잡음비로부터 한 부호 블록 내의 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개 변수를 구하여 상기 송신 장치에서의 적응 송신을 위해 제한 송신하는 수신 로그 우도비 매개변수 결정부를 포함한다.

<25> 여기서, 수신 로그 우도비 매개변수 결정부는, 상기 신호대 잡음비 측정부에서 추정된 채널 이득 또는 신호대 잡음비로부터 결합 채널 신호대 잡음비를 연산하여 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수를 결정하여 상기 송신 장치로 출력하는 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수 결정기; 및 상기 신호대 잡음비 측정부에서 추정된 채널 이득 또는 신호대 잡음비로부터 공간 채널의 신호대 잡음비를 연산하여 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수를 결정하여 상기 송신 장치로 출력하는 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수 결정기를 포함한다.

<26> 또한, 상기 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수 결정기는, 상기 신호대 잡음비 측정기로부터 한 부호 블록 내의 심볼별로 송/수신 안테나별 채널 이득 또는 신호대 잡음비를 받아서 부호 블록 내의 각 심볼의 결합 채널 이득과 결합 신호대 잡음비를 구하는 결합 채널 이득 연산기; 및 상기 결합 채널 이득 연산기에서 얻은 한 부호 블록 내의 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차를 구하여 상기 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수로 하여 상기 송신 장치로 제한 송신하는 평균 및 정규화된 표준편차 연산기를 포함한다.

<27> 여기서, 상기 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수 결정기는, 상기 신호대 잡음비 측정기로부터 한 부호 블록 내의 각 심볼의 채널 이득 행렬을 받아서, 이 행렬의 Singular Value 또는 각 공간 채널의 신호대 잡음비를 구하는 공간 채널 이득 연산기; 및 상기 공간 채널 이득 연산기로부터 구한 한 부호 블록 내의 공간 채널 이득 또는 공간 채널 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차를 구하여 상기 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수로 하여 상기 송신 장치로 제한 송신하는 평균 및 정규화된 표준편차 연산기를 포함한다.

<28> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법은,

<29> a) 미리 정해진 송신 전력으로 파일럿 또는 프리앰블을 수신 장치로 송신하는 단계; b) 상기 송신된 파일럿 또는 프리앰블에 대해 상기 수신 장치로부터 결정되어 제한되는 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)에 기초하여 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식과 송신 전력을 결정하는 단계; 및 c) 상기 결정된 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식과 송신 전력으로 트래픽 데이터를 상기 수신 장치로 송신하는 단계를 포함한다.

<30> 여기서, 상기 b) 단계는, 미리 양자화된 값의 수신 로그 우도비 매개변수에 대하여 상기 적응 송신 장치에서 사용되는 모든 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식의 성능을 미리 정하여 저장해 놓고, 상기 수신 장치로부터 제한된 수신 로그 우도비 매개변수로부터 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 송신 전력을 계산할 수 있는 것을 특징으로 한다.

<31> 또한, 상기 b) 단계는, 미리 정해진 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 평균 수신 신호대 잡음비와 상기 수신 장치로부터 제한된 수신 로그 우도비 매개변수의 차를 보상하고, 상기 수신 장치로부터 제한된 수신 로그 우도비 매개변수

로부터 미리 정해진 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 보상 송신 전력을 더 보상하도록 필요한 송신 전력을 구하는 것을 특징으로 한다.

<32> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 무선통신 시스템에서의 적응 수신 방법은,

<33> a) 송신 장치로부터 송신된 파일럿 또는 프리앰블을 통하여 한 부호 블록 안의 각 심볼의 각각의 송신 안테나로부터 수신 안테나로의 복소 채널 이득을 추정하는 단계; b) 상기 추정된 한 부호 블록 안의 각 심볼의 각각의 송신 안테나로부터 수신 안테나로의 복소 채널 이득으로부터 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)를 연산하는 단계; c) 상기 연산된 수신 로그 우도비 매개변수를 상기 송신 장치에서의 적응 송신을 위해 상기 송신 장치로 변환 송신하는 단계를 포함한다.

<34> 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

<35> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법 및 장치에 대해서 상세하게 설명한다.

<36> 도 3은 일반적인 다중 반송파를 사용하는 무선통신 시스템에서의 수신 로그 우도비의 분포의 일례를 나타낸 도면으로, 정규화된 표준편차 값이 (a)는 0.28, (b)는 0.48, (c)는 0.77, (d)는 0.82인 경우를 나타낸다.

- <37> 도 3을 참조하면, 20MHz 대역에서 2048개의 부반송파를 사용하는 OFDM 시스템에서 채널 전력 프로파일과 지연 프로파일이 각각 (0dB, -1 dB, -9 dB, -10 dB, -15 dB, -20 dB), (0 310ns 710ns 1090ns 1730ns 2510ns)일 때의 수신 로그 우도비 (log likelihood ratio)의 분포와 이를 가우시안 분포로 근사화한 분포가 함께 도시되어 있다.
- <38> 여기서 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 정규화된 표준편차의 값(Normalized std)이 작은 경우(0.28, 0.48)에는 가우시안으로 근사화한 분포와 잘 일치하는 것을 알 수 있다. 이 경우에는 가우시안 분포를 결정짓는 평균값과 표준편차 값을 송신기로 변환시켜 수신기의 수신 성능을 예측하도록 할 수 있다.
- <39> 하지만, 도 3의 (c) 및 (d)에 도시된 바와 같이, 정규화된 표준편차의 값이 큰 경우 (0.77, 0.82)에는 가우시안으로 근사화한 분포와 잘 맞지 않는 경우가 자주 발생한다. 또한, 수신 로그 우도비의 분포의 모양이 여러 형태로 나타나게 된다. 따라서, 정규화된 표준편차의 값이 클 때에는 수신 로그 우도비의 분포를 정확히 나타내기 위해서는 많은 수의 매개변수가 필요하고, 이를 송신기로 전송하려면 변환 정보의 양이 늘어나게 된다.
- <40> 따라서, 본 발명의 실시예에서는 변환 정보의 양을 줄이기 위해 정규화된 표준편차의 값이 작을 경우는 물론 정규화된 표준편차의 값이 클 경우에도 정규화된 표준편차의 값이 작을 때와 같은 양의 정보만을 변환시키도록 한다. 이 경우에 정규화된 표준편차의 값이 클 때에는 수신 성능을 정확히 예측할 수 없기 때문에 송신 전력에 마진을 두어야 한다. 하지만, 그 양은 부호의 부호율이 낮으면 크지 않게 되고 부호율이 높은 경우에는 마진이 커지게 되지만, 이 경우에는 송신기에서 수신 로그 우도비의 표준편차가 크다는 것을 알고 있기 때문에 같거나 비슷한 양의 정보를 보내더라도 변조 차수를 올리고 부호율이 낮은 변조 방식을 선택하여 필요 이상의 송신 전력을 쓰는 일을 피할 수 있다.

- <41> 또한, 여러 개의 송신 안테나와 수신 안테나를 사용하여 송수신 다이버시티를 사용하는 경우에는 다이버시티의 효과 때문에 수신 로그 우도비의 정규화된 표준편차가 작아지게 되며, 따라서 대부분의 경우에 가우시안 근사화가 잘 맞게 된다.
- <42> 도 4는 그레이 인코딩 방식에 따른 4-QAM과 16-QAM을 사용하는 경우의 성상도와, 송신기와 수신기에 하나 이상의 안테나를 사용하고, 여러 수신기에 반송파와 시간으로 잘 분산되어 있는 부채널을 할당하는 것의 일례를 나타낸 도면이다.
- <43> 도 4에 도시된 바와 같이, 변조방식을 그레이 인코딩 방식에 따른 M-QAM($M=2^{2n}$)을 사용할 때 $M=4$ 인 경우와 $M=16$ 인 경우의 성상도와, 송신기와 수신기에서 하나 이상의 안테나를 사용할 때의 무선 채널 환경, 그리고 하나의 송신기에서 여러 수신기의 신호를 송신하는 경우에 부채널을 반송파와 시간에 잘 분산되게 배치한 것을 나타낸 것이다.
- <44> 각 부채널이 시간과 반송파에 대해 잘 분산되어 있기 때문에 하나의 수신기 입장에서는 모든 부채널의 채널 특성은 동일하며, 따라서, 특정 부채널에 상관없이 전체 채널 정보만을 수신기에 전달할 수 있다.
- <45> 먼저, 송신 안테나 수 N_T 와 수신 안테나 수 N_R 이 각각 1인 경우를 먼저 생각한다. 이 경우 $h_{0,0}$ 을 간단히 h 로 표시한다. 여기서 M-QAM인 경우 $\log_2(M)$ 비트마다 하나의 심볼이 생성된다. 첫 번째로 4-QAM의 경우를 생각한다. 이 경우에는 2비트로 하나의 심볼을 생성하게 되고, 성상도 내에서 유클리드 거리가 모두 같기 때문에 각 비트는 같은 수신 로그 우도비를 갖게 된다. x 를 평균 에너지가 1로 정규화된 송신 심볼이라 하고, x^k 를 송신 심볼을 결정하는 k 번째 비트라 한다. 그리고, y 를 수신 심볼이라 하고, h 와 $z=z_i+jz_q$ 를 각각 복소 채널

이득과 수신단에서 채널이 보상된 심볼이라 하면, 수신단에서의 로그 우도비는 다음의 [수학식 1]에 따라 주어진다.

<46>

$$\begin{aligned}
 y &= hx + n \\
 z &= h^* y / |h| = |h| x + n' \\
 \Lambda(x^0) &= \log \left(\sum_{x \in X^{0,0}} \Pr\{z | |h|x\} \Pr\{x\} \right) - \log \left(\sum_{x \in X^{0,1}} \Pr\{z | |h|x\} \Pr\{x\} \right) \\
 &= \frac{\sqrt{2} |h| z_i}{\sigma^2}
 \end{aligned}$$

【수학식 1】

<47> 여기서, n 은 평균이 0이고 분산이 $2\sigma^2$ 인 복소 정규 잡음이고, $\Lambda(x^0)$ 는 x^0 의 수신 우도비를 나타내며, $X^{k,l}$ 은 k 번째 비트가 l 인 심볼의 집합을 의미한다. $x^0=0$ 인 경우 z_i 가 평균이 $|h|/\sqrt{2}$ 이고 분산이 σ^2 인 정규분포를 가지므로, $\Lambda(x^0)$ 의 분포는 평균이 $|h|^2/\sigma^2$ 이고 분산이 $2|h|^2/\sigma^2$ 인 정규 분포를 갖게 된다. 또한, $\Lambda(x^1)$ 의 분포도 마찬가지이므로, 수신 비트의 로그 우도비 분포는 $|h|^2/\sigma^2$ 이고 분산이 $2|h|^2/\sigma^2$ 인 정규 분포이다. 이제 하나의 부호 블록 안의 채널 값이 $h_l, l=0, \dots, L-1$ 이라 하자. 그러면, 그 부호 블록 안의 수신 비트의 로그 우도비의 평균과 분산은 다음의 [수학식 2]로 얻을 수 있다.

<48>

$$\begin{aligned}
 E\{\Lambda(x^k) | x^k = 0\} &= \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} \frac{|h_l|^2}{\sigma^2} = 2m_{SNR} \\
 E\{\Lambda^2(x^k) | x^k = 0\} &= \frac{1}{L} \left(\sum_{l=0}^{L-1} \frac{2|h_l|^2}{\sigma^2} + \frac{|h_l|^4}{\sigma^4} \right) \\
 Var\{\Lambda(x^k) | x^k = 0\} &= E\{\Lambda^2(x^k) | x^k = 0\} - E^2\{\Lambda(x^k) | x^k = 0\} \\
 &= \frac{1}{L} \left(\sum_{l=0}^{L-1} \frac{2|h_l|^2}{\sigma^2} + \frac{|h_l|^4}{\sigma^4} \right) - \left(\frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} \frac{|h_l|^2}{\sigma^2} \right)^2 \\
 &= 4m_{SNR} + 4\sigma_{SNR}^2 \\
 m_{SNR} &= \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} \frac{|h_l|^2}{2\sigma^2} \\
 \sigma_{SNR}^2 &= \frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} \left(\frac{|h_l|^2}{2\sigma^2} \right)^2 - \left(\frac{1}{L} \sum_{l=0}^{L-1} \frac{|h_l|^2}{2\sigma^2} \right)^2
 \end{aligned}$$

【수학식 2】

<49> 따라서, 부호 블록 내의 각 심볼의 수신 SNR의 평균과 분산값으로 해당 부호 블록의 수신 로그 우도비의 평균과 분산값을 알 수 있고, 가우시안 근사화를 적용할 경우 수신 로그 우도비의 분포를 알 수 있다.

<50> 이제 일반적인 M-QAM의 경우를 생각해 본다. M-QAM의 경우에는 심볼들 간의 유클리드 거리가 일정하지 않기 때문에 각 비트마다 수신 로그 우도비 분포가 달라질 수 있다. 따라서, 전체 수신 로그 우도비의 분포는 각 비트의 수신 로그 우도비 분포의 평균으로 나타나게 된다. 또한, 다음의 [수학식 3]과 같이 수신 로그 우도비를 근사화할 수 있다.

<51>

$$\begin{aligned}\Lambda(x^0) &= \log \left(\sum_{x \in \mathcal{X}^{0,0}} \Pr\{z|h|x\} \Pr\{x\} \right) - \log \left(\sum_{x \in \mathcal{X}^{0,1}} \Pr\{z|h|x\} \Pr\{x\} \right) \\ &\approx \log \left(\max_{x \in \mathcal{X}^{0,0}} \Pr\{z|h|x\} \Pr\{x\} \right) - \log \left(\max_{x \in \mathcal{X}^{0,1}} \Pr\{z|h|x\} \Pr\{x\} \right) \\ \text{【수학식 3】} \quad &= \text{Euclidean distance difference} / \sigma^2\end{aligned}$$

<52> 유클리드 거리는 $|h|^2$ 에 비례하므로, 수신 로그 우도비는 $|h|^2/\sigma^2$ 에 비례하는 값으로 놓을 수 있고, 그 평균과 분산은 다음의 [수학식 4]와 같은 형태를 가진다.

<53>

$$\begin{aligned}E\{\Lambda(x^k) | x^k = 0\} &\propto m_{SNR} \\ \text{【수학식 4】} \quad Var\{\Lambda(x^k) | x^k = 0\} &\propto am_{SNR} + bm_{SNR}^2 + c\sigma_{SNR}^2\end{aligned}$$

<54> 따라서, M-QAM을 변조 방식으로 사용하는 경우 부호 블록 내의 SNR의 평균값과 분산값만으로 수신 로그 우도비의 분포를 나타낼 수 있다.

<55> 다음, 송신기에서 N_T 개의 안테나를 사용하여 시공간 또는 주파수 공간 블록 부호(Space Time(Frequency) Block Code)를 사용하고, 수신기에 N_R 개의 안테나를 사용하여 수신 다이버시티를 사용하는 경우를 생각해 본다. 이 경우 a 번째 송신 안테나로부터 b 번째 수신 안테나로

의 복소 이득을 $h_{a,b}$ 라 하면, 최대율 결합(Maximal Ratio Combining) 후의 결정 변수는 z 는 다음의 [수학식 5]와 같다.

<56>

$$z = |h'|x + n$$

$$|h'|^2 = \sum_{a=0}^{N_T-1} \sum_{b=0}^{N_R-1} |h_{a,b}|^2$$

【수학식 5】

<57>

따라서, 다중 안테나를 사용하여 다이버시티를 사용하는 경우에는 부호 블록 안의 각 심볼마다 여러 안테나의 채널을 미리 결합한 결합 채널 이득 $h_l', l=0, \dots, L-1$ 를 사용하여 송수신 안테나를 각각 하나씩 사용한 경우와 마찬가지로 수신 로그 우도비의 분포를 구할 수 있다. 또한, 하나의 송신기에서 다중의 수신기로 신호를 송신하는 경우에 각 수신기의 수신 안테나 개수가 다를 때에도 송신기에서는 각각의 수신기의 안테나 개수에 상관없이 같은 형태로 채널 정보를 받을 수 있는 장점이 있다.

<58>

마지막으로 송신기에서 N_T 개의 안테나를 사용하고 수신기에서 $N_R(\geq N_T)$ 개의 안테나를 사용하여 공간 다중화(Spatial Multiplexing)을 사용하는 경우를 생각한다. 이 경우 각각의 송신 안테나로 M-QAM을 전송하며, 모든 송신 안테나는 같은 송신 전력과 같은 변조 방식을 사용한다. 그러면, 송신 심볼과 수신 심볼은 각각 벡터로 놓을 수 있으며, 그 관계는 다음의 [수학식 6]과 같다.

<59>

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

$$= \mathbf{U}\mathbf{D}\mathbf{V}^H \mathbf{x} + \mathbf{n}$$

【수학식 6】 $\mathbf{H} = \mathbf{U}\mathbf{D}\mathbf{V}^H$

<60>

여기서,

H 는 a 번째 행의 b 번째 열의 원소가 $h_{a,b}$ 인 행렬이고, U, D, V 는 H 의 Singular Value Decomposition을 행한 후 얻어지는 행렬이다. 또한, $\sqrt{\lambda_i}$ 는 행렬 D 의 i 번째 대각 원소, 즉 H 의 i 번째 singular value이다. 그러면, 유클리드 거리는 다음의 [수학식 7]과 같이 구할 수 있다.

<61>

$$\begin{aligned}\|y - Hx\|^2 &= \|U(U^H y - DV^H x)\|^2 \\ &= \|y' - Dx'\|^2 \\ &= \sum_{a=0}^{N_T-1} \|y'_a - \sqrt{\lambda_a} x'_a\|^2\end{aligned}$$

$$y' = Dx' + n'$$

$$\text{[수학식 7]} \quad y' = U^H y, x' = V^H x, n' = U^H n$$

<62>

여기서, U 와 V 는 unitary matrix이므로, 원래 성상도에서의 다른 두 심볼 간의 거리 $\|x_i - x_j\|^2$ 와 V 로 변환된 성상도에서의 서로 다른 두 심볼 간의 거리 $\|V^H x_i - V^H x_j\|^2$ 는 동일하다. 또한 n' 의 통계적 성질은 n 과 동일하다. 따라서, 공간 다중화를 사용하는 경우에 수신 로그 우도비의 분포는 각 채널 이득이 $\sqrt{\lambda_i}$ 인 N_T 개의 채널을 통해 수신된 로그 우도비와 동일하다. 따라서, 부호 블록 내의 각 심볼 별로 N_T 개의 채널의 SNR을 이의 평균과 표준편차를 구함으로써 하나의 송신 안테나를 사용할 때와 마찬가지로 수신 로그 우도비의 분포를 얻을 수 있다.

<63>

도 5는 본 발명의 실시예에 따라 4-QAM, 16-QAM, 4-QAM 공간 다중화를 사용할 때, 각각의 수신 로그 우도비의 분포에 따라 평균값이 일정하도록 보상하는 경우 8단계로 양자화된 정규화된 표준편차 값에 따른 성능을 나타낸 도면이다.

<64>

도 5에 도시된 바와 같이, 수신 로그 우도비의 분포의 평균은 같더라도 정규화된 표준편차가 커질수록 성능이 나빠지게 됨을 볼 수 있다. 정규화된 표준편차 값이 가장 작은 경우

(std0)의 성능과 정규화된 표준편차 값을 무시한 경우의 성능 (all)의 차는 4-QAM의 경우 약 0.8dB, 16-QAM의 경우 3dB 이상, 4-QAM 공간 다중화의 경우 4dB 이상이나 나는 것을 볼 수 있다. 따라서, 수신 로그 우도비의 분포에 따라 성능을 예측하는 것이 꽤 정확함을 알 수 있으며, 신호대 잡음비의 평균만을 사용하는 것보다 송신 전력을 줄이고 성능을 개선할 수 있음을 알 수 있다.

- <65> 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치의 블록도이다.
- <66> 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송수신 장치는 송신기(500) 및 수신기(510)를 포함한다.
- <67> 수신기(600)는 송신기(500)로부터 수신한 프리앰블이나 파일럿으로부터 추정된 신호대 잡음비에 기초하여 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수를 결정하여 송신기(500)로 제한한다.
- <68> 송신기(500)는 수신기(510)로부터 제한되는 로그 우도비 분포 매개변수에 따라 결정되는 안테나/변조/부호화 방식 및 송신 전력으로 트래픽 데이터를 적응 송신한다.
- <69> 이를 위해, 송신기(500)는 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정기(510)와 부호화 및 변조기(520)를 포함한다.
- <70> 여기서, 도 7을 참조하면, 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정기(510)는 변조부호화 방식별로 전력 보상값이 미리 설정되어 있는 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블(511)과, 수신기(600)로부터 제한된 로그 우도비 분포 매개변수에 대응되는 전력 보상값이 설정되어 있는 정규화된 표준편차값에 따른 송신 전력 증가 테이블(513)을 포함하며, 변조

부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블(511)에서 출력되는 전력 보상값과 정규화된 표준편차값에 따른 송신 전력 증가 테이블(513)에서 출력되는 전력 보상값을 더하여 해당 안테나/변조/부호화 방식에 대한 전력 보상값을 결정하는 송신전력 결정기(515)와, 송신전력 결정기(515)에서 결정된 전력 보상값에 대응되는 안테나/변조/부호화 방식을 결정하여 부호화 및 변조기(520)로 출력하는 안테나/변조/부호화 방식 결정기(517)를 포함한다.

<71> 한편, 다시 도 6을 참조하면, 수신기(600)는 송신기(500)에서 송신되는 프리앰블, 파일럿 및 트래픽 데이터를 복조 및 복호화하는 복조 및 복호화기(610)와, 복조 및 복호화기(610)에서 복조된 프리앰블이나 파일럿에 포함된 한 부호 블록 내의 신호대 잡음비를 추정하는 신호대 잡음비 측정기(620)와, 신호대 잡음비 측정기(620)에서 추정된 송신/수신 안테나별 신호대 잡음비로부터 결합 채널 신호대 잡음비를 연산하여 다이버시티 수신 로그 우도비 분포 매개변수를 결정하여 송신기(500)로 출력하는 다이버시티 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기(630)와, 신호대 잡음비 측정기(620)에서 추정된 송신/수신 안테나별 신호대 잡음비로부터 공간 채널의 신호대 잡음비를 연산하여 공간 다중화 수신 로그 우도비 분포 매개변수를 결정하여 송신기(500)로 출력하는 공간 다중화 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기(640)를 포함한다.

<72> 여기서, 도 8을 참조하면, 다이버시티 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기(630)는 신호대 잡음비 측정기(620)로부터 한 부호 블록 내의 심볼 별로 송신/수신 안테나별 신호대 잡음비를 받아서, [수학식 5]에서와 같이 부호 블록 내의 l 번째 심볼의 결합 채널 이득 h_l 과 결합 신호대 잡음비($\frac{|h_l|^2}{2\sigma^2}$)를 연산하는 결합 채널 이득 연산기(631)와, 결합 채널 이득 연산기(631)에서 연산된 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차를 구하여 다이버시티 수신 로그 우도비 분포 매개변수로 출력하는 평균 및 정규화된 표준편차 연산기(632)를 포함한다.

<73> 또한, 도 9를 참조하면, 공간 다중화 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기(640)는 신호대 잡음비 측정기(620)에 의해 측정된 신호대 잡음비를 사용하여, [수학식 6]에서와 같이 한 부호 블록 내의 l 번째 심볼의 채널 이득 행렬 \mathbf{H}_l 를 산출한 후, 이 행렬의 Singular Value $\sqrt{\lambda_{i,l}}, i=0, \dots, N_T-1$ 와 각 공간 채널의 신호대 잡음비 $\frac{\lambda_{i,l}}{2\sigma^2}$ 를 연산하는 공간 채널 이득 연산기(641)와, 공간 채널 이득 연산기(641)에서 연산된 부호 블록 내의 모든 공간 채널의 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차를 구하여 공간 다중화 수신 로그 우도비 분포 매개변수로 출력하는 평균 및 정규화된 표준편차 연산기(642)를 포함한다.

<74> 한편, 다수의 사용자가 있는 다중 접속 시스템의 경우에는 일반적으로 다수의 수신기 가운데 미리 정해진 알고리즘에 따라 일부를 선택하여야 한다. 이 경우, 송신기(500)의 안테나/변조/부호화 방식 결정기(517)는 가능한 사용자 조합과 각각의 변조 및 부호화 방식 조합에 대하여 각각의 사용자 별로 변조부호화 방식별 목표 평균 수신 신호대 잡음비 테이블(511)과 정규화된 표준편차값에 따른 송신 전력 증가 테이블(512)을 통하여 각 전력 보상값을 구하여 모두 합하면 총 필요한 송신 전력을 계산할 수 있으며, 이를 송신되는 데이터의 요구량이나 서비스의 품질 (QoS)등을 고려하여 결정된 안테나/변조/부호화 방식 및 송신 전력(578) 조합을 선택한다.

<75> 이하, 도 10을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 주파수 분할 다중화를 사용하는 무선 통신 시스템에서의 적응 송수신 방법에 대해 설명한다.

<76> 먼저, 송신기(500)는 미리 정해진 송신 전력(P_{pilot})으로 파일럿 또는 프리앰블을 수신기(600)로 전송한다(S100).

- <77> 수신기(600)는 송신기(500)에서 전송된 파일럿 또는 프리앰블을 통하여 한 부호 블록 안의 l 번째 심볼의 a 번째 송신 안테나로부터 b 번째 수신 안테나로의 복소 채널 이득 $h_{l,a,b}$ 를 추정한다(S110).
- <78> 다음, 수신기(600)는 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수인 수신 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차를 연산한다(S120). 이 때, 수신 로그 우도비의 분포를 결정하는 매개변수는 다이버시티와 공간 다중화 모두 또는 둘 중 하나에 대해서만 결정될 수 있다.
- <79> 그 후, 수신기(600)는 상기 연산된 다이버시티와 공간 다중화 송신의 수신 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차를 송신기(500)로 반환시킨다(S130).
- <80> 한편, 송신기(500)는 수신기(600)에서 반환되는 다이버시티와 공간 다중화 송신의 수신 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차를 이용하여 안테나/변조/부호화 방식을 결정한다(S140).
- <81> 마지막으로, 송신기(500)는 상기 단계(S140)에서 결정된 안테나/변조/부호화 방식과 송신 전력으로 트래픽 데이터를 수신기(600)로 적응 송신한다(S150).
- <82> 한편, 상기 단계(S120)는 다음과 같이 보다 구체적인 과정을 통해 수행된다.
- <83> 먼저, 송신기(600)에서 다이버시티 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기(630)의 결합 채널 이득 연산기(631)가 다이버시티 송신의 성능 예측을 위해 각 송/수신 안테나의 채널 이득을 최대를 결합하여 결합 채널 이득을 연산한다(S121).
- <84> 그 후, 평균 및 정규화된 표준편차 연산기(632)가 상기 단계(S121)에서 연산된 한 부호 블록 내의 결합 채널 이득에서부터 결합 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차를 구한다(S122).

- <85> 또한, 송신기(600)에서 공간 다중화 수신 로그 우도비 분포 매개변수 결정기(640)의 공간 채널 이득 연산기(641)는 공간다중화의 송신 성능 예측을 위해 각 송/수신 안테나의 채널 이득으로 구성되는 채널 이득 행렬의 singular value를 얻는다(S123).
- <86> 그 후, 평균 및 정규화된 표준편차 연산기(642)는 상기 단계(S123)에서 연산된 한 부호 블록 내의 공간 채널 이득으로부터 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차를 구한다(S124)
- <87> 또한, 상기 단계(S140)도 다음과 같이 보다 구체적인 과정을 통해 수행된다.
- <88> 먼저, 송신기(500)의 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정기(510)는 임시로 안테나/변조/부호화 방식을 결정한다(S141).
- <89> 다음, 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호대 잡음비 테이블(511)은 평균 수신 신호대 잡음비 값과 상기 단계(S641)에서 결정된 안테나/변조/부호화 방식에 따라 미리 정해진 필요한 평균 수신 신호대 잡음비 값의 차에 대응되는 전력 보상값(P_{mean})을 계산한다(S142).
- <90> 또한, 정규화된 표준편차 값에 따른 송신 전력 증가 테이블(512)은 상기 단계(S142)에서 계산된 수신 신호대 잡음비의 정규화된 표준편차 값에 대응되는 전력 보상값(P_{std})를 계산한다(S143).
- <91> 그 후, 송신전력 결정기(515)는 상기 단계(S141)에서 결정된 안테나/변조/부호화 방식의 필요 송신 전력($P_{\text{tx}} = P_{\text{pilot}} + P_{\text{mean}} + P_{\text{std}}$)을 연산한다(S144).
- <92> 다음, 송신 데이터 양과 송신 전력이 기준을 만족하는지 판단하여 그렇지 않을 경우, 상기 단계(S141, S142, S143, S144)를 반복하여 기준을 만족하는 안테나/변조/부호화 방식을 선택한다(S145).

- <93> 한편, 다수의 사용자가 있는 다중 접속 시스템의 경우에는, 상기 단계(140)가 다음과 같이 구성될 수 있다.
- <94> 먼저, 가능한 사용자 및 각각의 안테나/변조/부호화 방식의 조합을 결정하며, 보다 구체적으로는 일차적으로 가능한 사용자 및 각각의 안테나/변조/부호화 방식의 조합을 결정한다.
- <95> 다음, 각 사용자 별로 평균 수신 신호대 잡음비 값과 상기에서 결정된 해당 사용자의 안테나/변조/부호화 방식에 따라 미리 정해진 필요한 평균 수신 신호대 잡음비의 차에 대응되는 P_{mean} 을 계산한다.
- <96> 다음, 각 사용자별로 수신기(600)로부터 반환된 수신 신호대 잡음비의 정규화된 표준편차 값에 대응되는 송신전력 보상값 P_{std} 를 계산한다.
- <97> 다음, 각 사용자별로 상기 결정된 안테나/변조/부호화 방식의 필요 송신 전력 $P_{\text{tx}}=P_{\text{pilot}}+P_{\text{mean}}+P_{\text{std}}$ 를 연산한다.
- <98> 그 후, 선택된 사용자들의 송신 데이터 양과 송신 전력이 기준을 만족하는지 판단하여 그렇지 않을 경우, 상기 기준을 만족하는 다른 사용자 또는 다른 안테나/변조/부호화 방식의 조합을 선택할 때까지 상기 과정이 반복된다.
- <99> 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 그 외의 다양한 변경이나 변형이 가능하다.

【발명의 효과】

- <100> 본 발명에 따르면, 수신 우도비 분포를 결정짓는 정보만을 반환시켜 적은 정보량만으로 하나 이상의 송신 안테나와 하나 이상의 수신 안테나를 사용하는 환경에서 적응 송신을 효율적으로 수행할 수 있다.

- <101> 또한, 다중 반송파를 사용하는 시스템에서 적은 양의 궤환정보만으로 수신 성능을 잘 예측할 수 있도록 하여 최적의 안테나/변조/부호화 방식과 그에 필요한 송신 전력을 구하여 적응 송신을 할 수 있게 함으로써 무선통신 시스템의 성능을 높일 수 있다.
- <102> 또한, 다이버시티 송신과 공간 다중화 방식을 같이 사용하는 경우에는 각각의 성능을 예측할 수 있게 하여 두 가지 방식을 적응적으로 사용하여 무선통신 시스템의 성능을 더욱 높일 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치에 있어서,

수신 장치에서 궤환되는 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)에 따라 안테나 방식, 변조 방식 및 이에 필요한 송신 전력을 결정하는 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부; 및

상기 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부에서 결정된 안테나 방식, 변조 방식 및 이에 필요한 송신 전력에 따라 트래픽 데이터를 상기 수신기로 적응 송신하는 부호화 및 변조부

를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부는,

변조부호화 방식별로 목표 평균 수신신호 대 잡음비가 미리 설정되어 있는 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블;

상기 수신 장치로부터 궤환된 상기 수신 로그 우도비 매개변수에 대응되는 변조부호화 방식별 전력 보상값이 설정되어 있는 송신 전력 증가 테이블;

상기 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블에서 출력되는 전력 보상값과 상기 수신 로그 우도비 매개변수 값에 따른 송신 전력 증가 테이블에서 출력되는 전력 보

상값을 사용하여 해당 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대한 전력 보상값을 결정하는 송신 전력 결정기; 및

상기 송신전력 결정기에서 결정된 전력 보상값에 대응되는 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식을 결정하여 상기 부호화 및 변조부로 출력하는 안테나/변조/부호화 방식 결정기를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 수신 로그 우도비 매개변수는 상기 수신 장치에서 산출된 수신신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값을 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 4】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 변조 및 부호화 방식 및 송신 전력 결정부는,

변조부호화 방식별로 목표 평균 수신신호 대 잡음비가 미리 설정되어 있는 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블;

상기 수신 장치로부터 획득된 수신신호 대 잡음비의 정규화된 표준편차에 대응되는 변조부호화 방식별 전력 보상값이 설정되어 있는 송신 전력 증가 테이블;

상기 변조부호화 방식별 목표 평균 수신신호 대 잡음비 테이블에서 출력되는 목표 전력과 획득된 평균 수신신호 대 잡음비에 따른 전력 보상값과 상기 획득된 수신신호 대 잡음비의 정규화된 표준편차에 따른 송신 전력 증가 테이블에서 출력되는 전력 보상값을 사용하여 해당 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대한 전력 보상값을 결정하는 송신전력 결정기; 및

상기 송신전력 결정기에서 결정된 전력 보상값에 대응되는 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식을 결정하여 상기 부호화 및 변조부로 출력하는 안테나/변조/부호화 방식 결정기를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 5】

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 수신 로그 우도비 매개변수는,

다이버시티 송신을 사용하는 경우에는 상기 수신 장치에서 산출된 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값이고,

공간 다중화 송신을 사용하는 경우에는 상기 수신 장치에서 산출된 공간채널 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값이며,

다이버시티 송신과 공간 다중화 송신을 모두 사용하는 경우에는 상기 수신 장치에서 산출된 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값, 그리고 공간채널 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차 값인

것을 특징으로 하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 장치.

【청구항 6】

주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 장치에 있어서,

송신 장치에서 송신된 신호를 수신하여 복조하고 복호화하는 복조 및 복호화부;

상기 복조 및 복호화부에서 출력되는 신호 중 프리앰블 또는 파일럿을 통해 한 부호 블록 내의 채널 이득 또는 신호대 잡음비를 추정하는 신호대 잡음비 측정부; 및



상기 신호대 잡음비 측정기에서 추정된 채널 이득 또는 신호대 잡음비로부터 한 부호 블록 내의 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개 변수를 구하여 상기 송신 장치에서의 적응 송신을 위해 제한 송신하는 수신 로그 우도비 매개변수 결정부를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 7】

제6항에 있어서,

수신 로그 우도비 매개변수 결정부는,

상기 신호대 잡음비 측정부에서 추정된 채널 이득 또는 신호대 잡음비로부터 결합 채널 신호대 잡음비를 연산하여 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수를 결정하여 상기 송신 장치로 출력하는 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수 결정기; 및

상기 신호대 잡음비 측정부에서 추정된 채널 이득 또는 신호대 잡음비로부터 공간 채널의 신호대 잡음비를 연산하여 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수를 결정하여 상기 송신 장치로 출력하는 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수 결정기

를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 8】

제7항에 있어서,

상기 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수 결정기는,



상기 신호대 잡음비 측정기로부터 한 부호 블록 내의 심볼별로 송/수신 안테나별 채널 이득 또는 신호대 잡음비를 받아서 부호 블록 내의 각 심볼의 결합 채널 이득과 결합 신호대 잡음비를 구하는 결합 채널 이득 연산기; 및

상기 결합 채널 이득 연산기에서 얻은 한 부호 블록 내의 결합 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차를 구하여 상기 다이버시티 수신 로그 우도비 매개변수로 하여 상기 송신 장치로 변환 송신하는 평균 및 정규화된 표준편차 연산기

를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 9】

제7항 또는 제8항에 있어서,

상기 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수 결정기는,

상기 신호대 잡음비 측정기로부터 한 부호 블록 내의 각 심볼의 채널 이득 행렬을 받아서, 이 행렬의 Singular Value 또는 각 공간 채널의 신호대 잡음비를 구하는 공간 채널 이득 연산기; 및

상기 공간 채널 이득 연산기로부터 구한 한 부호 블록 내의 공간 채널 이득 또는 공간 채널 신호대 잡음비의 평균과 정규화된 표준편차를 구하여 상기 공간 다중화 수신 로그 우도비 매개변수로 하여 상기 송신 장치로 변환 송신하는 평균 및 정규화된 표준편차 연산기

를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 장치.

【청구항 10】

주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법에 있어서,

a) 미리 정해진 송신 전력으로 파일럿 또는 프리앰블을 수신 장치로 송신하는 단계;

b) 상기 송신된 파일럿 또는 프리앰블에 대해 상기 수신 장치로부터 결정되어 반환되는 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)에 기초하여 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식과 송신 전력을 결정하는 단계; 및

c) 상기 결정된 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식과 송신 전력으로 트래픽 데이터를 상기 수신 장치로 송신하는 단계

를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 11】

제10항에 있어서,

상기 b) 단계는,

미리 양자화된 값의 수신 로그 우도비 매개변수에 대하여 상기 적응 송신 장치에서 사용되는 모든 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식의 성능을 미리 정하여 저장해 놓고, 상기 수신 장치로부터 반환된 수신 로그 우도비 매개변수로부터 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 송신 전력을 계산할 수 있는

것을 특징으로 하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 12】

제10항에 있어서,

상기 b) 단계는,

미리 정해진 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 평균 수신 신호대 잡음비와 상기 수신 장치로부터 변환된 수신 로그 우도비 매개변수로부터 미리 정해진 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 보상 송신 전력을 더 보상하도록 필요한 송신 전력을 구하는

것을 특징으로 하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 13】

제10항에 있어서,

상기 b) 단계는,

미리 정해진 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 필요한 평균 수신 신호대 잡음비와 상기 수신 장치로부터 변환된 평균 수신 신호대 잡음비의 차를 보상하고,

변환된 수신 신호대 잡음비의 정규화된 표준편차로부터 미리 정해진 각 안테나 방식, 변조 및 부호화 방식에 대해 목표 성능을 내기 위해 더 필요한 보상 송신 전력을 보상하도록 필요한 송신 전력을 구하는

것을 특징으로 하는 무선통신 시스템에서의 적응 송신 방법.

【청구항 14】

주파수 분할 다중화를 사용하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 방법에 있어서,

a) 송신 장치로부터 송신된 파일럿 또는 프리앰블을 통하여 한 부호 블록 안의 각 심볼의 각각의 송신 안테나로부터 수신 안테나로의 복소 채널 이득을 추정하는 단계;

b) 상기 추정된 한 부호 블록 안의 각 심볼의 각각의 송신 안테나로부터 수신 안테나로의 복소 채널 이득으로부터 수신 로그 우도비의 분포를 결정짓는 매개변수(수신 로그 우도비 매개변수)를 연산하는 단계;

c) 상기 연산된 수신 로그 우도비 매개변수를 상기 송신 장치에서의 적응 송신을 위해 상기 송신 장치로 제한 송신하는 단계

를 포함하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 15】

제14항에 있어서,

상기 b) 단계에서,

상기 수신 장치가 다이버시티를 사용하는 경우, 부호 블록 안의 l 번째 심볼의 결합 채널 이득(h_l')과 결합 신호대 잡음비($\frac{|h_l'|^2}{2\sigma^2}$)가 다음의 관계식

$$z = |h_l'|x + n''$$

$$|h_l'|^2 = \sum_{a=0}^{N_T-1} \sum_{b=0}^{N_R-1} |h_{a,b}|^2$$

여기서, x 는 평균 에너지가 1로 정규화된 송신 심볼이고,

n'' 는 평균이 0이고 분산이 2σ 인 복소 정규 잡음이며,

N_T 는 송신 안테나 수이고,

N_R 은 수신 안테나 수이며,

l 은 $0, \dots, L-1$ (L 은 부호 블록 안의 심볼의 개수)이고,

$h_{a,b}$ 는 a 번째 송신 안테나로부터 b 번째 수신 안테나로의 복소이득임.

에 따라 구해지고,

상기 구해진 결합 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차가 상기 수신 로그 우도비 매개변수인

것을 특징으로 하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

【청구항 16】

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 b) 단계에서,

상기 수신 장치가 공간 다중화를 사용하는 경우,

상기 수신 로그 우도비의 분포는 각 채널 이득이 $\sqrt{\lambda}$ 인 상기 송신 장치의 안테나 개수(N_T)의 채널을 통해 수신된 로그 우도비의 분포와 동일한 특성을 이용하여, 한 부호 블록 내의 l 번째 심볼의 채널 이득 행렬의 단일 값(Singular Value)인 $\sqrt{\lambda_{i,l}}, i=0, \dots, N_T-1$ 와, 각 공간 채널의 신호대 잡음비($\frac{\lambda_{i,l}}{2\sigma^2}$)가 구해지고,

상기 구해진 공간 채널 신호대 잡음비의 평균 및 정규화된 표준편차가 상기 수신 로그 우도비 매개변수인

것을 특징으로 하는 무선통신 시스템에서의 적응 수신 방법.

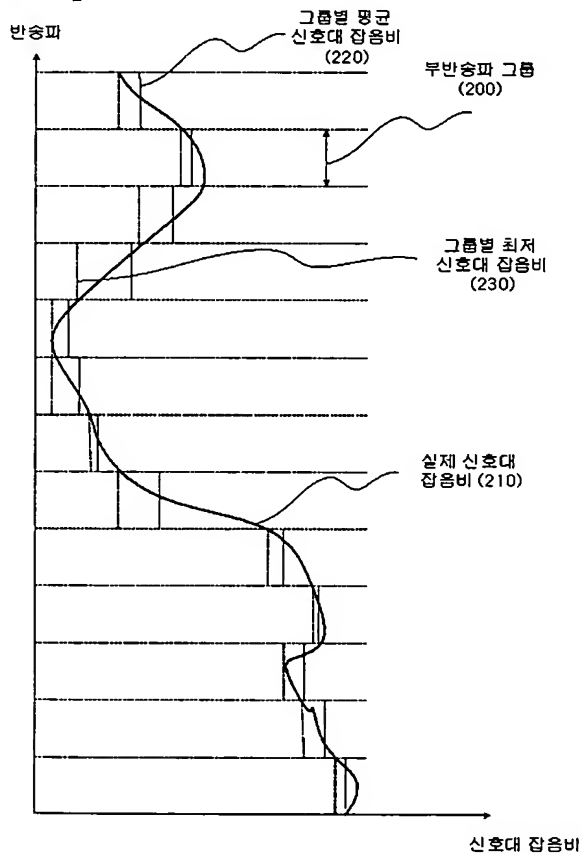


【도면】

【도 1】

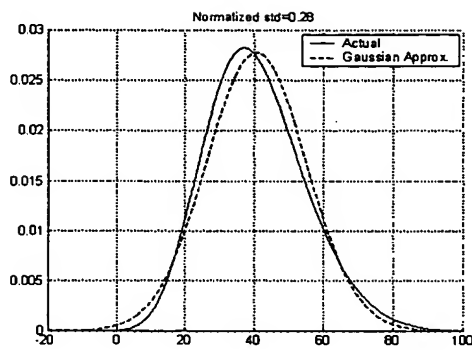


【도 2】

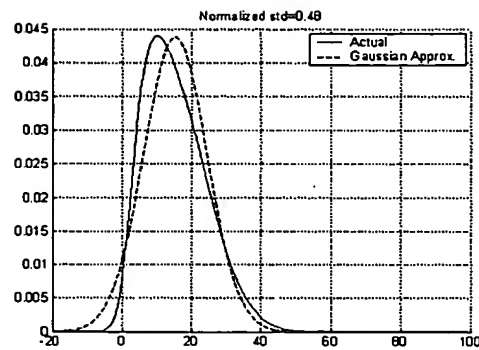




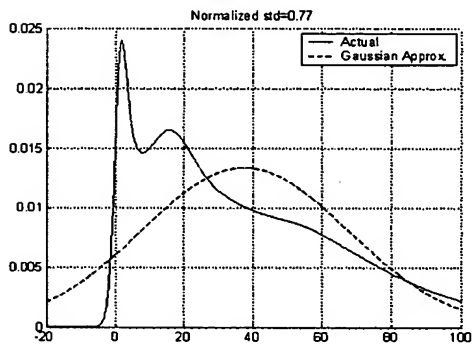
【도 3】



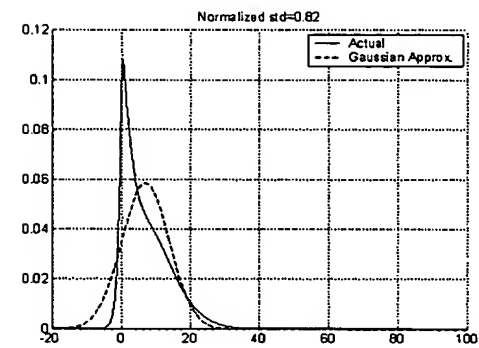
(a)



(b)

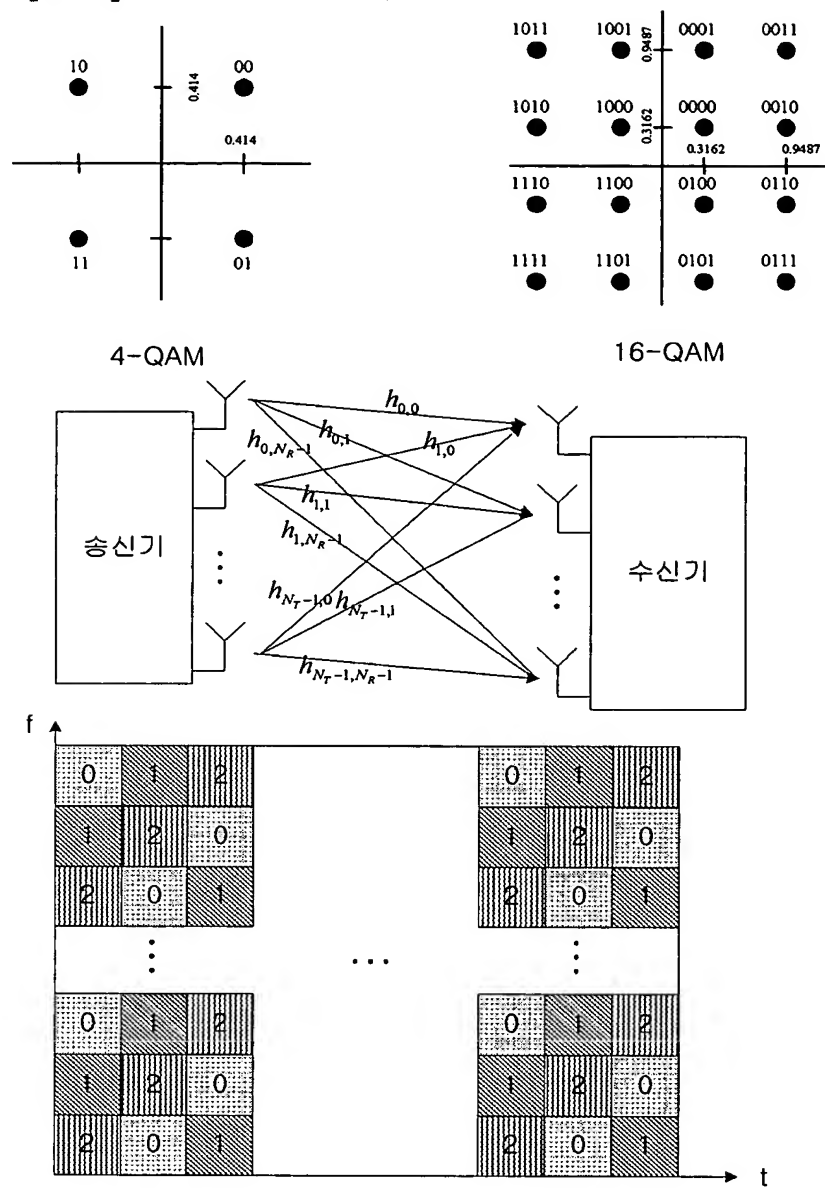


(c)



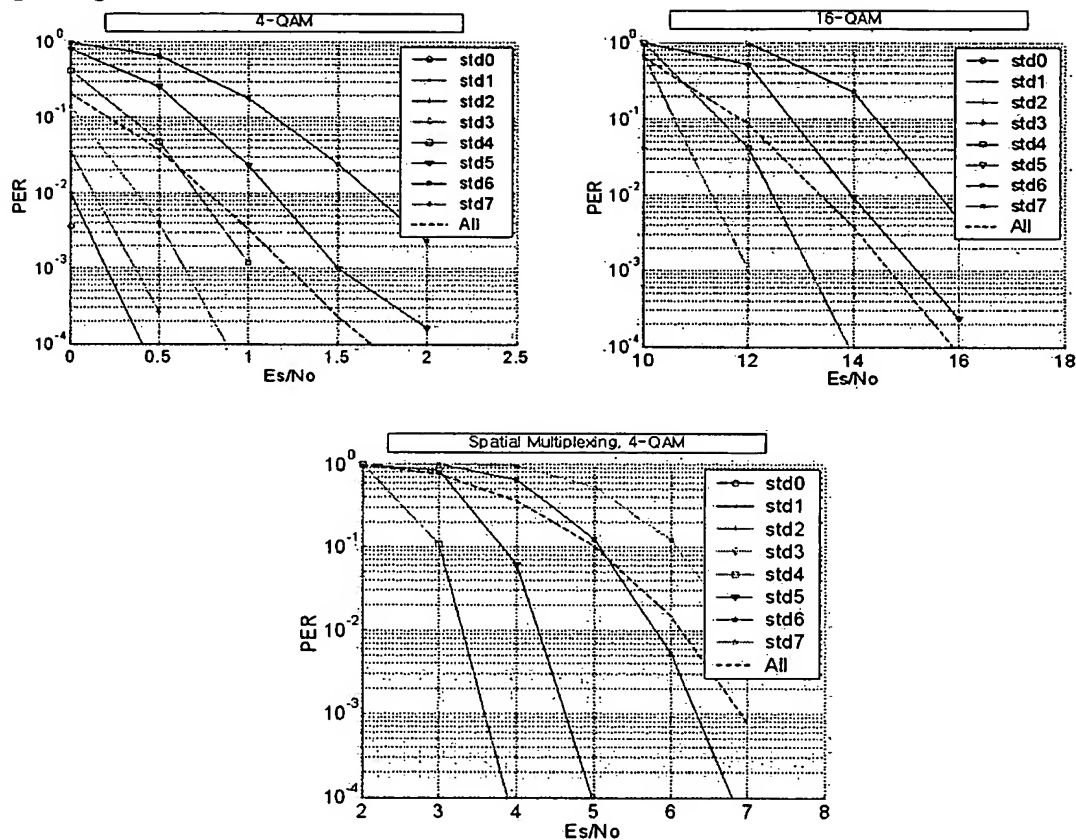
(d)

【도 4】

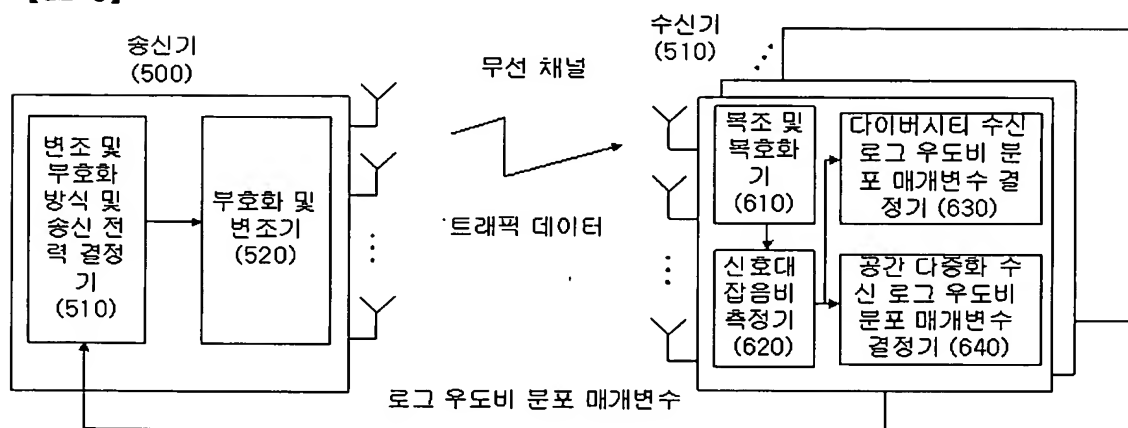




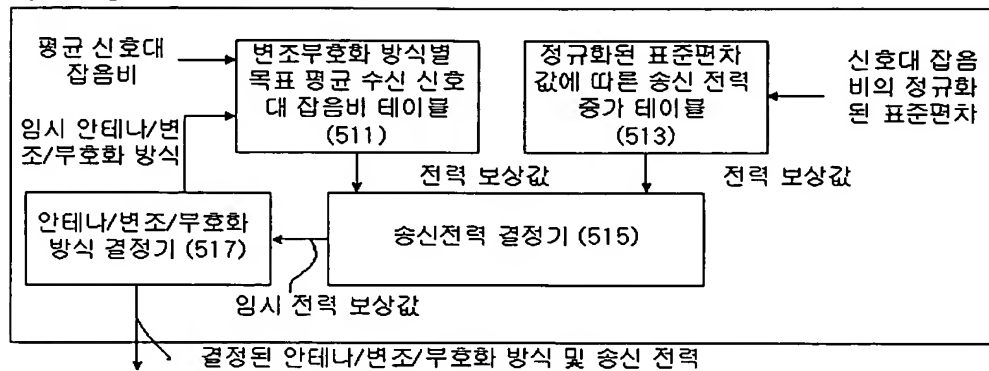
【도 5】



【도 6】

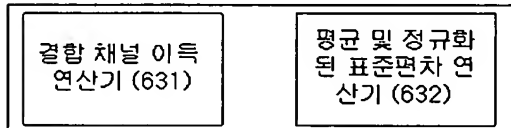


【도 7】



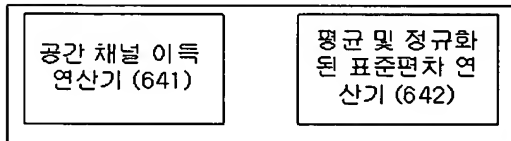
【도 8】

다이버시티 수신 로그 우도비 분포
매개변수 결정기 (630)



【도 9】

공간 다중화 수신 로그 우도비 분포
매개변수 결정기 (640)



【도 10】

